

DIETER WEIß & ERIKA RUSKE

Fluoreszenz - ein Merkmal für die Systematik und Bestimmung von Pilzen

WEIß, D. & RUSKE, E. (2015): Fluorescence – a character to systematics and identification of fungi. – Boletus 36: 3-11

Abstract: In the present paper we are describing the fluorescence of mushrooms and give an overview about literature. Fluorescence can be observed in fresh material as well as in dried mushrooms and in quiet old herbaria material. Beside the color of spores and some chemical identification, the observation of fluorescence can be helpful for the identification of mushroom families or species. In some cases the fluorescence is extinguished by absorption dyes inside the fruiting body. Here it is useful to make an extraction with ethanol or methanol and observe the fluorescence of the solutions. Particularly this is useful for the mostly very dark herbaria material. In the case of complicated mixtures or very high concentrations of absorption dyes it is necessary to do a thin layer chromatography to carry out separation of dyes easily.

Key words: fungi, fluorescence, *Cortinarius*, UV-light, extraction, leprocybin, dermoxanthone

Zusammenfassung: Im vorliegenden Beitrag beschreiben wir die Fluoreszenz einiger Pilzarten und geben einen Überblick über die Literatur zu diesem Thema. Fluoreszenz kann sowohl bei Frischmaterial als auch bei Herbarmaterial beobachtet werden. Neben der Beschreibung der Sporenfarben, der Farben der Pilze selbst und chemischen Identifikationsreaktionen kann die Beobachtung einer etwaigen Fluoreszenz ein wichtiges Merkmal bei der Artbestimmung sein. Da die Fluoreszenz häufig von weiteren im Pilz vorhandenen Farbstoffen überdeckt wird, ist es günstig, ethanolische oder methanolische Extrakte anzufertigen, in denen die Fluoreszenz oft besser beobachtet werden kann. Dies trifft insbesondere für Herbarmaterial zu. Bei komplizierten Farbstoffmischungen oder besonders hohen Farbstoffkonzentrationen ist jedoch eine Dünnschichtchromatographie erforderlich, um die fluoreszierenden Inhaltsstoffe zu detektieren. Im Beitrag wird die Literatur zitiert, in der die Pilzfluoreszenz einzelner Arten an Frischmaterial oder in Lösung beschrieben wird. Es folgen eigene Experimente zum Nachweis der Fluoreszenzstrahlung. Die Fluoreszenz von Frischmaterial wird am Pilzfruchtkörper fotografisch dokumentiert, von Herbarmaterial wird zunächst eine alkoholische Lösung hergestellt, die anschließend visuell oder fotografisch beurteilt werden kann. Eine objektive Methode stellt die Registrierung des Spektrums in einem Fluorospektrometer dar. Auf die Dünnschichtchromatografie wird kurz eingegangen.

1. Einleitung

Die ersten Arbeiten über die Fluoreszenz der Pilze findet man schon im 19. und frühen 20. Jahrhundert bei WEISS (1885) und ZOPF (1890). WEISS führt 14 Arten im alkoholischen Extrakt auf, ZOPF 9 Arten. MOREAU & DUSSEAU (1934) erwähnen 51 Arten, darunter Phytoparasiten wie *Puccinia* und *Uromyces*. CHARAUX & PITON (1938) erwähnen 29 in alkoholischer Lösung fluoreszierende Arten, zumeist aus der Gattung *Russula*. JOSSERAND & NETIEN (1938, 1939) berichteten über 175 fluoreszierende Pilzarten (Frischmaterial), wobei sie zwischen Trama, Cortex, Velum, Lamellen unterschieden. Sie kamen zu dem Ergebnis, dass die Reaktio-

nen bei mehreren Exemplaren einer Art etwa konstant sind. Sie untersuchten auch die Sporen, konnten dort jedoch keine Fluoreszenz feststellen. HÖFLER & PECKSIEDER (1947) widmen sich dem Anfärben von Mikroskopschnitten mit fluoreszierenden Substanzen, erwähnen aber auch die Eigenfluoreszenz einiger Arten. Insbesondere stellten sie fest, dass die inkrustierten Zystiden von *Inocybe*-Arten eine Fluoreszenz aufwiesen. Von einigen *Lactarius*-Arten soll der Milchsaft fluoreszieren. MOSER (1952) untersuchte die 5 Sektionen *Leprocybe*, *Brunneotincti*, *Limonii*, *Bolares* und *Orellani* der Untergattung *Leprocybe*, mit dem Fluoreszenzmikroskop, wobei er stark fluo-

reszierende Stoffe feststellte. GRUBER (1969) setzt diese Arbeiten fort, indem er sich der Papierchromatografie bediente, mittels derer er die Fluoreszenzfarbstoffe sichtbar machte. Dabei setzte er die chromatografisch getrennten Substanzen einer Ultraviolett(UV)-Strahlung von 405 nm aus. Die chemische Natur dieser Stoffe wurde z. T. später geklärt. MEIXNER (1975) führt außer den chemischen Farbreaktionen auch die Fluoreszenzfarbe tabellarisch auf, ausschließlich für die Gattung *Phlegmacium* (Schleimköpfe, Klumpfüße und Dickfüße). Dabei bezieht er sich auf MOSER (1960). Dieser führt 74 Arten (Exsikkate) aus der Gattung *Phlegmacium* auf. ARNOLD (1993) widmete sich in seiner Dissertation der *Cortinarius*-Untergattung *Telamonia*, die als schwierigste Gruppe in *Cortinarius* gilt. Ihre Artenzahl in Europa wird auf ca. 800 geschätzt, die bestimmungsrelevanten Merkmale variieren in ihrer Ausprägung enorm. Daher könnte die Farbe des Pilzextraktes im UV-Licht eine Zuordnung zu den einzelnen Gruppen ermöglichen. Er führt 70 fluoreszierende Arten der genannten Untergattung auf, als Lösungsmittel verwendete er Methanol/Wasser. HORAK (2005) gibt in seinen Bestimmungsschlüsseln ebenfalls für die Untergattungen *Leprocycbe* und *Phlegmacium* die Fluoreszenzfarben an, allerdings sehr unübersichtlich, da diese nur in der Gattungs- bzw. Untergattungsbeschreibung vorkommt und damit für die einzelne Art schwer zu erschließen ist. TEICHERT (2008) berichtet über fluoreszierende Arten, aus der Untergattung *Hygrophorus*. Fotografische Aufnahmen einer Auswahl von fluoreszierenden Pilzen wurden von RUSKE & WEIß (2014) veröffentlicht. Eine tabellarische Übersicht aller fluoreszierenden Arten der genannten Autoren liegt bei den Verfassern dieses Artikels vor. Es handelt sich um ca. 400 Arten. In 20. Jahrhundert waren der apparative Aufwand zur Erzeugung von UV-Licht und die Kosten zu hoch, um dieser Methode zum Durchbruch zu verhelfen. Dies hat sich in den letzten zwei Jahrzehnten grundlegend geändert. Kostengünstige UV-

Lampen auf der Basis von Gasentladungsröhren sind auch für Hobbymykologen erschwinglich geworden, und mit der LED-Technik existieren transportable UV-Lampen für die Feldforschung. Anliegen dieser Arbeit ist es, einen Überblick über die bisher mittels Fluoreszenz untersuchten Pilzarten zu geben, Taxonomen zu ermutigen, das Merkmal „Fluoreszenz“ in die Bestimmungsliteratur einfließen zu lassen, z. B. schon bei KNUDSEN & VESTERHOLT (2012), oder WIRTH, HAUCK & SCHULZ (2013) bei den Flechten sowie eine Anleitung zur Handhabung der aus unserer Sicht einfachen Methode zu geben.

2. Material und Methoden

Eine Übersicht über kommerzielle UV-Lichtquellen, die wir getestet haben, ist bei RUSKE & WEIß (2014) dargestellt. Für sehr viele Zwecke reicht eine UV-LED-Taschenlampe/350-400 nm Wellenlänge mit Filter, welches den sichtbaren Teil des Spektrums zurückhält. Da das Fluoreszenzlicht gegenüber dem Umgebungslicht sehr schwach ist, sollte die Bestrahlung des Pilzfruchtkörpers in abgedunkelter Umgebung erfolgen. Die Fluoreszenz ist nur solange sichtbar, solange das UV-Licht einwirkt. Ein Nachleuchten findet nicht statt. Wir haben mit einer solchen Lampe sowohl lebendes Material als auch Herbarmaterial untersucht. Bei dunklen Fruchtkörpern bzw. dunklen Lamellen kann es vorkommen, dass die auftreffende UV-Strahlung schon in einer sehr dünnen Schicht absorbiert wird, d. h. das Licht dringt womöglich gar nicht in den Bereich vor, wo sich die fluoreszierenden Stoffe im Pilzfruchtkörper befinden. Daher ist es mitunter günstiger, etwas Pilzmaterial in ein Lösungsmittel, z. B. Methanol/Wasser (Verhältnis 2:1) oder Alkohol p.A. zu verbringen. Der für die Fluoreszenz verantwortliche Stoff löst sich innerhalb weniger Minuten, so dass die Fluoreszenzfarbe bei UV-Bestrahlung schnell ermittelt werden kann. Wer noch umfassender in die Materie eindringen will, z. B. um weitere Inhaltsstoffe zu er-

mitteln, kann auf chromatografische Methoden zur Stofftrennung zurückgreifen (GRUBER 1969). Dazu eignen sich Kieselgel-60-Platten. Mittels einer kalibrierten Kapillare wird eine definierte Menge (z. B. 4 µl) der obigen Lösung aufgebracht. Diese so präparierte Platte wird derart in ein Laufmittel getaucht, dass die präparierte Stelle noch nicht eintaucht. Es entsteht innerhalb etlicher Minuten ein Farbmuster, das auch sehr blass sein kann und die getrennten Stoffe repräsentiert. Beleuchtet man die Platte jetzt mit UV-Licht, können die getrennten Stoffe eine unterschiedliche Fluoreszenzfarbe anzeigen, wobei nicht zwangsläufig alle ermittelten Stoffe leuchten.

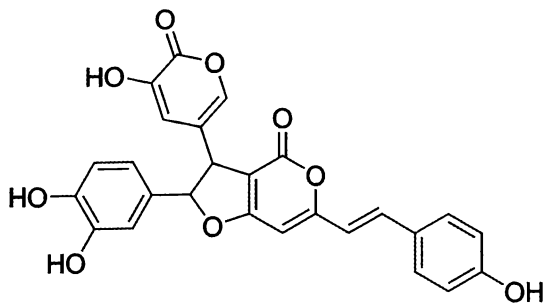
Mittels eines Fluorospektrometers (z. B. Jasco FP 6500) kann man das Emissionsspektrum der fluoreszierenden Stoffe aufzeichnen. Die Wellenlänge der stärksten Emission kann dabei die subjektive Farb-angabe ersetzen.

Die Makrofotos der fluoreszierenden Pilzfruchtkörper wurden mit einer Canon-Kamera EOS 650-D sowie, abhängig vom Motiv, mit einem Makroobjektiv EFS 60 mm oder einem Flektogon/35 mm in Retro-stellung angefertigt. Diese Aufnahmen erfolgten in völliger Dunkelheit bei Belichtungszeiten bis zu 10 Sekunden. Als UV-Lichtquelle diente eine UV-Handlampe (Herolab) mit einer 8W Röhre und einer Wellenlänge von 366 nm. Punktuell aufge- hellt wurde mit einer UV-LED Handlampe, versehen mit Wood-Filter. Alle Fotos stammen von E. RUSKE.

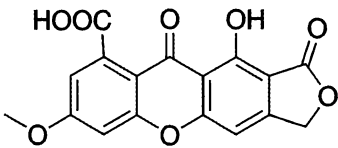
3. Wissenschaftlicher Hintergrund

Fluoreszenz ist eine spezielle Eigenschaft von Molekülen. Hierbei werden durch energie- reiche Strahlung Moleküle dazu angeregt, Licht auszusenden. Das ausgesendete Licht hat immer eine größere Wellenlänge und ist damit energieärmer als das zur Anregung verwendete Licht. In der Natur tritt Fluoreszenz in verschiedenen Organismengrup-

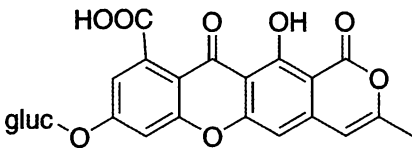
pen auf, ist aber nicht besonders häufig (WEIß & BRANDL 2013). Fluoreszenz ist dabei immer an spezielle Moleküle gebunden, die in den Zellen durch teilweise komplizierte Biosynthesewege entstehen. Diese Biosynthesen werden wiederum von speziellen Enzymen katalysiert, für deren Herstellung eine Vielzahl an Genen benötigt wird. Im Umkehrschluss heißt dies, dass man durch Vergleich der Inhaltsstoffe eines Lebewesens einen direkten Blick auf den genetischen Verwandtschaftsgrad von Organismen machen kann. Das Forschungsgebiet, die Chemotaxonomie (HEGENAUER & HEGENAUER 1990), wurde aber später durch die starke Fokussierung auf die Molekulargenetik in den Hintergrund gedrängt. Für chemotaxonomische Untersuchungen an Pilzen und besonders an Cortinarien wurden bisher vor allem farbliche Inhaltsstoffe herangezogen. Dies erwies sich oft als sehr komplexes Unterfangen und machte meist chromatographische Trennungen erforderlich. Auch das Anfärben von Pilzen und von mikroskopischen Präparaten gehört letztlich zur Chemotaxonomie, da auch hier versucht wird, Pilze an Hand von chemischen Reaktionen ihrer Inhaltsstoffe zuzuordnen. Die Beobachtung der Fluoreszenz in Kombination mit verschiedenen Extraktionsmitteln fügt den chemischen Nachweisen noch eine weitere Dimension hinzu. Bei der Beschreibung der Arten sollte daher die etwaige Fluoreszenz des frischen Pilzes sowie die Fluoreszenz eines ethanolisch/wässrigen Auszuges immer mit angegeben werden. Eine Auswahl an Molekülen, die in Pilzen vorkommen und für Fluoreszenz verantwortlich sind, zeigen die Formeln auf der folgenden Seite (vgl. STEGLICH & ZECHLIN 1977, STEGLICH & OERTEL 1984). Es gibt hier noch einiges zu entdecken bzw. wiederzuentdecken, da bei zahlreichen und weit in der Literatur verstreuten Untersuchungen zu Inhaltsstoffen von Pilzen meist keine Angaben zur Fluoreszenz der isolierten Produkte gemacht wurden.



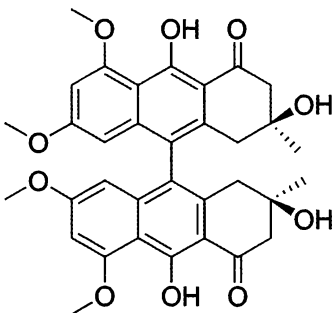
Hypholomin A
(Pholiota, Flammula, Gymnopilus)



Dermoxanthone
(Dermocybe)



Leprocybin
(Leprocybe)



Tricolorin A
(Telamonia)

Beispiele von Molekülen, die für die Fluoreszenz bei Pilzen verantwortlich sind.

4. Ergebnisse eigener Untersuchungen

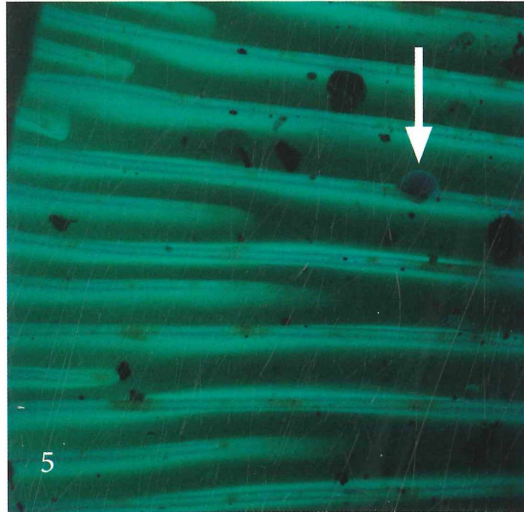
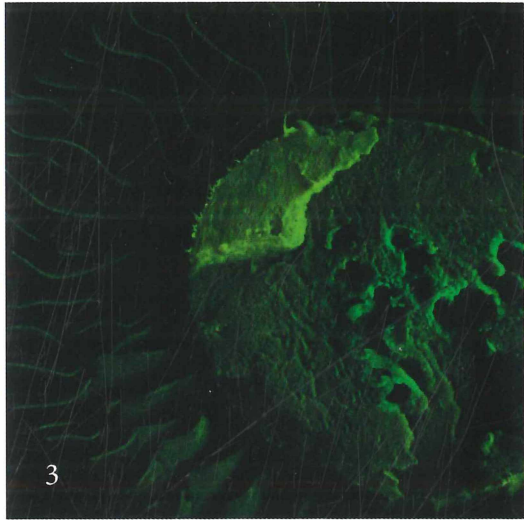
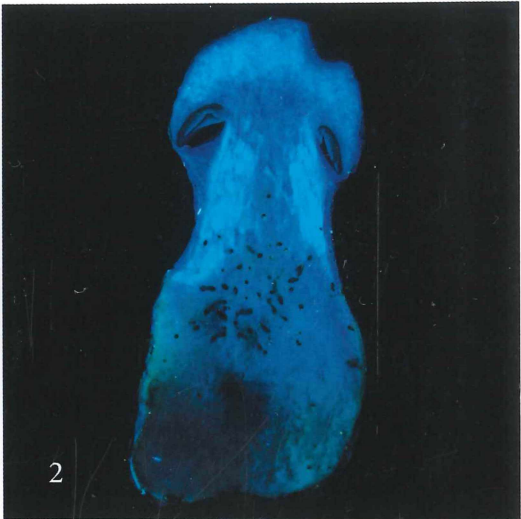
4.1 Fluoreszenz an Frischmaterial

Es wird die Fluoreszenz einiger Arten an Frischmaterial demonstriert. Die Fluoreszenz der Arten *Cortinarius citrinus* J. E. LANGE ex P. D. ORTON, *Cortinarius traganus* (FR.) FR. und *Cortinarius venetus* (FR.) FR. wurde bereits in der Literatur beschrieben, jedoch nicht bildlich dargestellt.

Die Fluoreszenz der Arten *Hypholoma lateritium* (SCHAEFF.) P. KUMM., *Lactifluus vellereus* (FR.) FR. und *Pholiota squarrosa* (VAHL) P. KUMM. wurde bisher noch nicht beschrieben (Tafel 1).

Tafel 1: Fluoreszenz an Frischmaterial

Abb. 1: *Cortinarius citrinus*. Abb. 2: *Cortinarius traganus*. Abb. 3: *Cortinarius venetus*. Abb. 4: *Hypholoma lateritium*. Abb. 5: *Lactifluus vellereus*; auffallend ist, dass der Milchsaft nicht fluoresziert. Abb. 6: *Pholiota squarrosa*.



4.2 Fluoreszenz an Exsikkaten in Methanol/Wasser

Es folgen 6 Beispiele des gelösten Fluoreszenzfarbstoffes, gewonnen von ca. 100 mg Hutmaterial (Herbarmaterial) der *Cortinarien*-Untergattung *Telamonia* (Tafel 2: Abb. 7 und 8), sowie die Pilzarten *Cortinarius venetus*, *Cortinarius melanotus* KALCHBR. *Cortinarius orellanus* FR. (= *Dermocybe orellana*), *Panellus stipticus* (BULL.) P. KARST. (Zuchtmaterial) (Tafel 2: Abb. 9 und 10). Bei *Cortinarius bulliardii* (PERS.) FR. kann man sehen, dass Hut und Velumreste, die am Stiel haften, zu unterschiedlichen Fluoreszenzfarben führen (Tafel 2, Abb. 11). An *Cortinarius orellanus* findet man keine Fluoreszenz (Tafel 2 Abb. 10, 3. Beispiel von rechts), im Chromatogramm lassen sich jedoch mehrere Stoffe trennen. Man erkennt bei Tageslicht, dass sich die Inhaltsstoffe chromatographisch in mehrere Komponente auftrennen lassen. Der große gelbe Fleck in der Mitte ist eines der in Cortinarien auftretenden Anthrachinone, das hier für die Löschung der Fluoreszenz in Lösung verantwortlich ist. Daneben gibt es noch einen blauen und einen orangefarbenen Fluoreszenzfarbstoff.

Als Lösungsmittel für die Extraktion diente in allen genannten Fällen Methanol/Wasser (2:1) (Tafel 2).

4.3 Einfluss des Lösungsmittels sowie die Emissionsspektren

In vielen Pilzen liegt ein komplexes Gemisch an Inhaltsstoffen vor, darunter auch zahlreiche Farbstoffe. Besonders weit verbreitet sind dabei die Anthrachinone, die für die gelben bis roten Farbtöne verantwortlich sind. Eine intensive Farbe verdeckt die oft schwache Fluoreszenz völlig, so dass sie mitunter nicht zu sehen ist. Man kann versuchen, die unterschiedliche Löslichkeit von Farbstoffen in Lösungsmitteln auszunutzen, um hier eine Trennung zu erreichen. Dazu verwendet man Lösungsmittel unterschiedlicher Polarität z. B. Wasser, Alkohol, Aceton oder Benzin. Wer sich mit den Inhaltsstoffen näher vertraut machen möchte, für den ist die einfach durchzuführende und kostengünstige Dünnschichtchromatographie das Mittel der Wahl. Man kann Emissionen auch messen, d. h. die Fluoreszenzemission qualitativ und quantitativ erfassen. Ein typisches Beispiel ist *Cortinarius bulliardii*, dessen Extrakte im Hut und am Stiel eine unterschiedliche Fluoreszenz zeigen. Im Fluoreszenzspektrum ist zu sehen, dass zwei Farbstoffe für die Emissionsfarben verantwortlich sind: die Trama enthält einen Farbstoff mit blauer Fluoreszenz, der durch am Stiel haftendes Velum und seinen Farbstoff mit gelber Fluoreszenz überdeckt wird,

Tafel 2: Fluoreszenz in Lösung.

Abb. 7 u. 8 (6 Reagenzgläser): von rechts nach links *Cortinarius bulliardii*, *Cortinarius vernus*, *Cortinarius bulbosus*, *Cortinarius armeniacus*, *Cortinarius hemitrichus*, *Cortinarius glandicolor*.

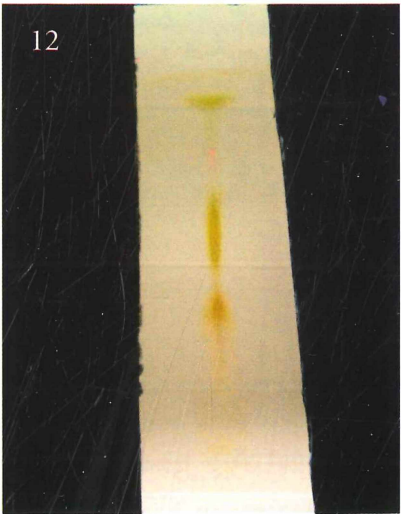
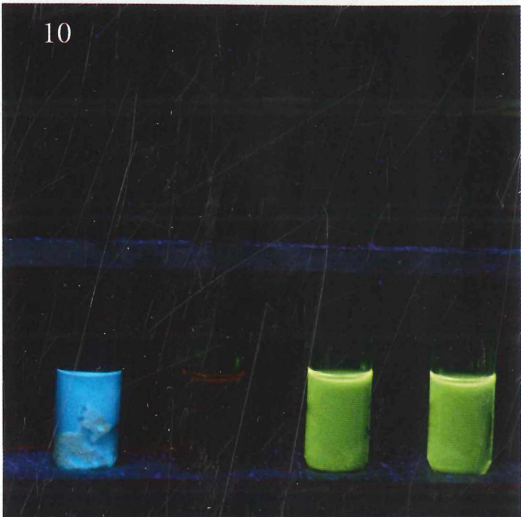
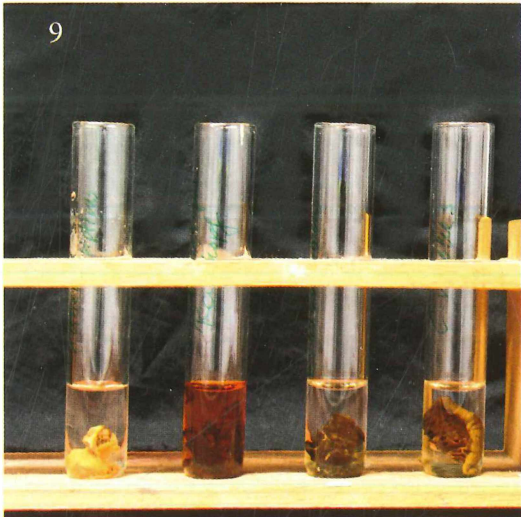
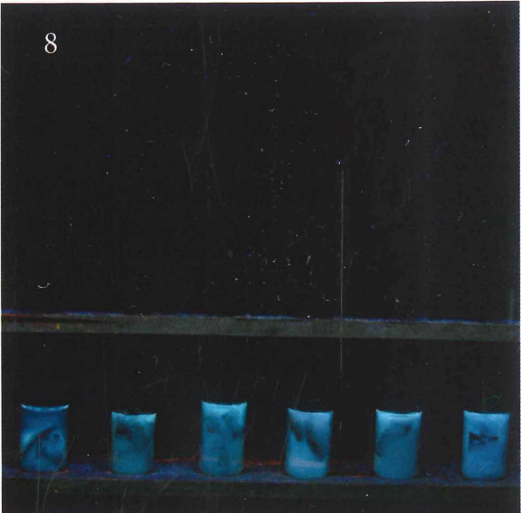
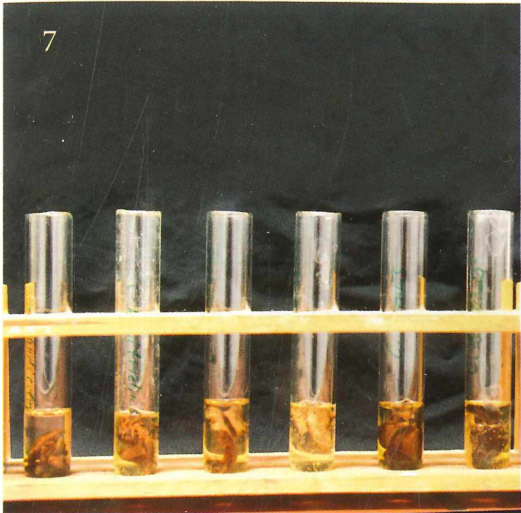
Abb. 7: der fluoreszierende Stoff wird aus dem Fruchtkörper herausgelöst. Abb. 8: unter UV-Bestrahlung.

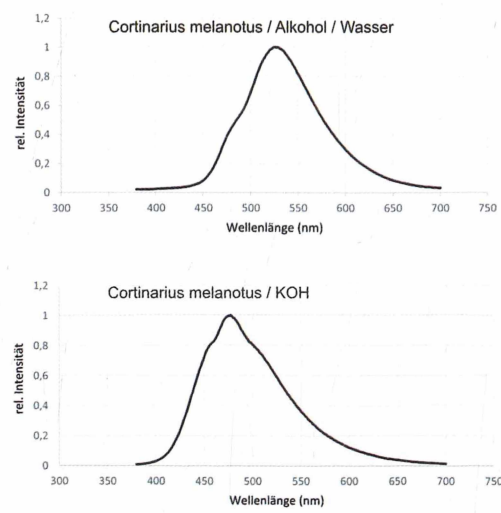
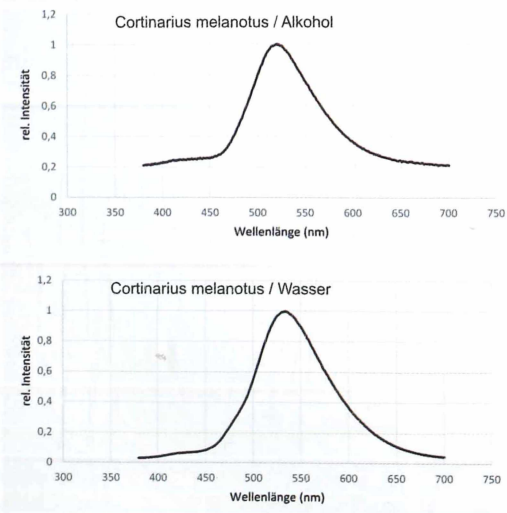
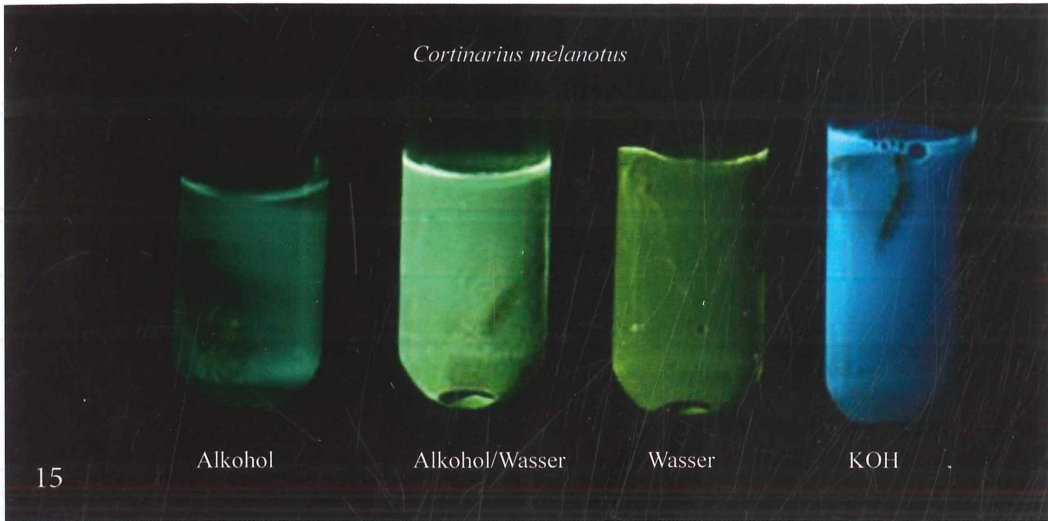
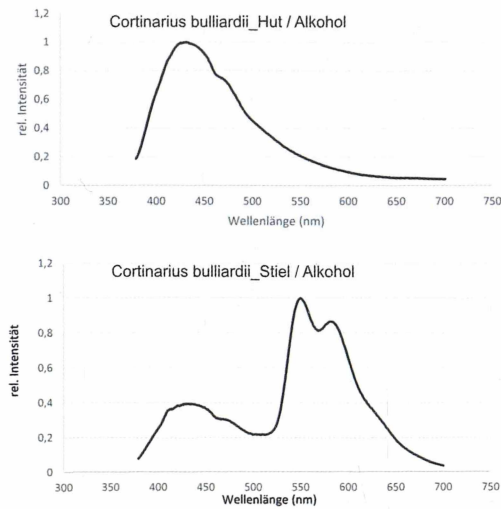
Abb. 9 u. 10 (4 Reagenzgläser). Abb. 9: von rechts nach links: *Cortinarius venetus*, *Cortinarius melanotus*, *Cortinarius orellanus* (= *Dermocybe orellana*), *Panellus stipticus* (kultiviertes Material). Abb. 10: diese 4 Arten unter UV-Bestrahlung.

Abb. 11: *Cortinarius bulliardii*, rechts Material aus dem Hut, links Material aus der Stielbasis, letzteres fluoresziert orange-rot.

Abb. 12: Chromatogramm von *Cortinarius orellanus*.

Abb. 13: dasselbe Chromatogramm unter UV-Beleuchtung.





Tafel 3: das Emissionsspektrum einiger Lösungen.

wobei am Ende eine Mischfarbe herauskommt. Auch die Polarität des Lösungsmittels selbst übt einen, wenn auch schwachen, Einfluss auf die Fluoreszenz aus. Viel stärker hängt die Farbe der Fluoreszenz aber davon ab, ob in Lösung saure oder alkalische Bedingungen vorherrschen. Die häufig in der Mykologie verwendeten Reagenzien Salzsäure und KOH haben mitunter einen starken Einfluss auf die Fluoreszenzfarbe, weil damit das Luminophor, der für die Fluoreszenz verantwortliche Teil des Moleküls, direkt verändert wird. Als Beispiel dienen hier Auszüge von *Cortinarius melanotus* mit im Wesentlichen gelbgrüner Emissionsfarbe, die bei Zugabe von KOH-Lösung in blau umschlägt (Tafel 3).

Danksagung

Wir danken A. GMINDER für die freundliche Überlassung des Herbarmaterials.

Literatur

- ARNOLD, N. (1993): Morphologisch-anatomische und chemische Untersuchungen an der Untergattung *Telamonia* (*Cortinarius*, *Agaricales*). – Eching.
- ARNOLD, N. & SCHMID-HECKEL, W. (1987): Interessante Arten der Gattungen *Dermocybe* und *Cortinarius* aus dem Alpenpark Berchtesgaden. – Berichte der Bayerischen Botanischen Gesellschaft **58**: 229-237.
- CHARAUX, C. & PITON, L. (1938): Notes sur la fluorescence en lumière de Wood de divers organes et produits végétaux. – Bulletin Société des Science de Nancy **3**: 148-157.
- GRUBER, I. (1969): Fluoreszierende Stoffe der *Cortinarius*-Untergattung *Leproclybe*. – Zeitschr. f. Pilzkunde **35**: 249-261.
- HEGENAUER, R. & HEGENAUER M. (1990): Chemotaxonomie von Pflanzen. – Basel.
- HÖFLER, K. & PECKSIEDER, E. (1947): Fluoreszenzmikroskopische Beobachtungen an höheren Pilzen. – Österreichische Botanische Zeitschrift **94**: 99-127.
- HORAK, E. (2005): Röhrlinge und Blätterpilze in Europa. – Heidelberg.
- JOSSERAND, M. & NETIEN, G. (1938): Observation sur la fluorescence de 175 espèces de champignons charnus examinés en lumière de Wood. – Bulletin mensuel de la Société Linnéenne de Lyon **7**: 283-292.
- JOSSERAND, M. & NETIEN, G. (1939): Observation sur la fluorescence de 175 espèces de champignons charnus examinés en lumière de Wood. – Bulletin mensuel de la Société Linnéenne de Lyon **8**: 14-23.
- KNUDSEN, H. & VESTERHOLT, J. (2012): Funga Nordica. – Copenhagen.
- MEIXNER, A. (1975): Chemische Farbreaktionen von Pilzen. – Vaduz.
- MOSER, M. (1960): Die Gattung *Phlegmacium* in: Die Pilze Mitteleuropas Bd. IV. – Bad Heilbrunn.
- MOSER, M. (1952): Die Gattung *Cortinarius* Fr. in heutiger Schau. – Zeitschr. f. Pilzkunde **11**: 1-10.
- MOREAU, F. & DUSSEAU, A. (1934): Examen de la fluorescence de divers organes et de divers produits végétaux. – Bulletin de la Société Botanique de France **81**: 247-254.
- RUSKE, E. & WEIß, D. (2014): Über die Fluoreszenz von Pilzen. – Der Tintling **19**: 6-13.
- STEGLICH, W. & OERTEL, B. (1984): Untersuchungen zur Konstitution und Verbreitung der Farbstoffe von *Cortinarius*, Untergattung *Phlegmacium* (*Agaricales*). – Sydowia **37**: 284-295.
- STEGLICH, W. & ZECHLIN, L. (1977): 3-Methylriboflavin aus *Panellus serotinus* (*Agaricales*). – Zeitschrift für Naturforschung C **32**: 520-522.
- TEICHERT, A. (2008): Chemische und biologische Untersuchungen von Inhaltsstoffen aus Pilzfruchtkörpern der Gattungen *Cortinarius* und *Hygrophorus*. – Dissertation, Martin-Luther-Universität Halle.
- WEISS, A. (1885): Über die Fluoreszenz der Pilzfarbstoffe. – Sitzungsberichte der Wiener Akademie der Wissenschaften mathem./naturwiss. Klasse **91**: 446-447.
- WEIß, D. & BRANDL H. (2013): Fluoreszenzfarbstoffe in der Natur. – Chemie in unserer Zeit **47**: 122-131.
- WIRTH, V., HAUCK, M. & SCHULZ, M. (2013): Die Flechten Deutschlands. – 2 Bd., Stuttgart.
- ZOPF, W. (1890): Die Pilze in morphologischer, physiologischer, biologischer und systematischer Beziehung. – Breslau.

Anschriften der Verfasser:

PD Dr. DIETER WEIß, Institut für Organische Chemie und Makromolekulare Chemie, Humboldtstr. 10, D-07743 Jena. E-Mail: dieter.weiss@uni-jena.de

Dr. ERIKA RUSKE, Wilhelm-Stade-Str. 4, 07749 D-Jena.
E-Mail: erika.ruske@t-online.de

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Boletus - Pilzkundliche Zeitschrift](#)

Jahr/Year: 2015

Band/Volume: [36](#)

Autor(en)/Author(s): Ruske Erika, Weiß Dieter

Artikel/Article: [Fluoreszenz - ein Merkmal für die Systematik und Bestimmung von Pilzen 3-11](#)